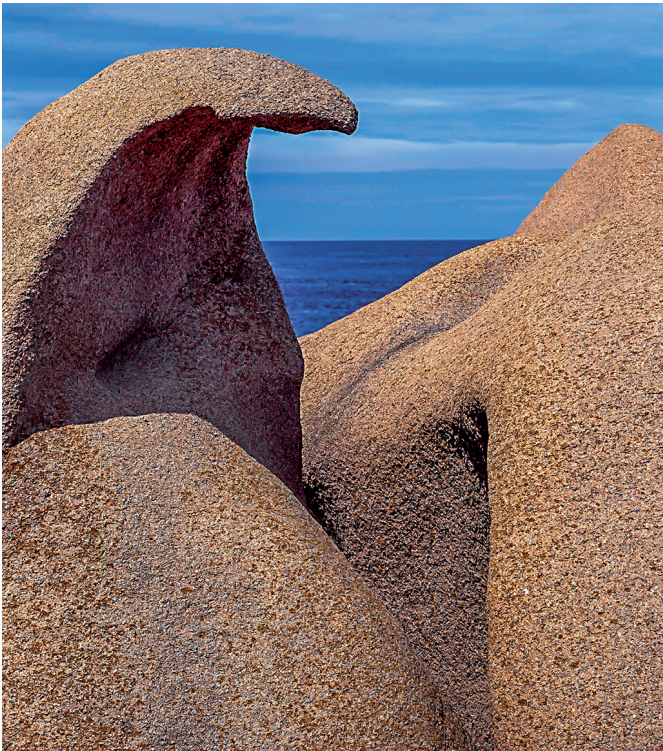


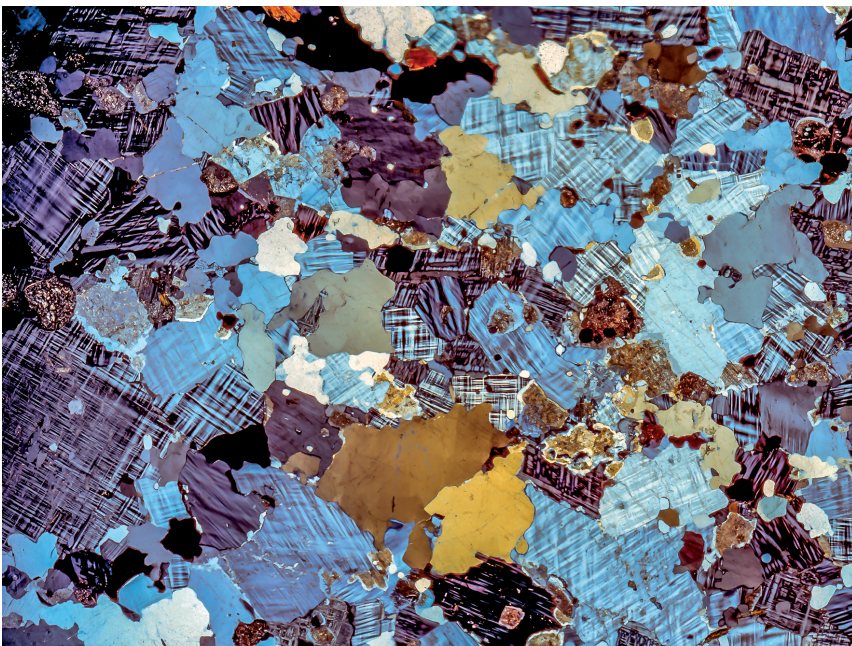
# Rondom graniet

door Josje Kriest  
j.kriest@home.nl

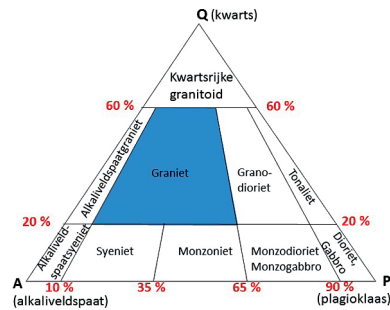


Afb. 1. 'Granite Graciously', Côte de Granite Rose in Bretagne, Frankrijk. Foto: Dirk Wiersma.

Veel lezers hebben tijdens een reis weleens graniet gezien. Bij voorbeeld de rotsen van de Côte de Granite Rose (afb. 1), de noordkust van Bretagne in Frankrijk, of de rotspartijen van Dartmoor in Devon, Engeland. Maar ook vele zwerfkeien in Drenthe bestaan uit graniet. Toen ik klein was gingen mijn ou-



Afb. 2. Een slijpplaatje van graniet, gezien door een microscoop met gepolariseerd licht. Deze graniet bevat relatief veel veldspaat. Kwarts is helder verlicht, zonder patroon. De veldspaten vertonen een gestreept en geruit patroon, wat veroorzaakt wordt door 'tweelingen' (systematische veranderingen van richting) binnen het kristalrooster. De ruitjes zijn karakteristiek voor kaliumhoudende veldspaten. Foto: Dirk Wiersma.



Afb. 3. Het Streckeisen-diagram geeft een classificatie van magmatische dieptegesteenten aan, gebaseerd op de verhouding van kwarts (Q), alkaliveldspaat (A) en plagioklaas (P) in het gesteente. Hoe hoger in de driehoek, hoe meer kwarts, meer naar links betekent meer alkaliveldspaat en meer naar rechts betekent meer plagioklaas.

ders meestal op vakantie in Bretagne, en ik klom dan vaak op de rotsen rond het strand. De granieten waren goede klimrotsen omdat ze ruw waren dus je gleed niet makkelijk uit, en omdat ze weinig afbrokkelden. Maar wat is graniet eigenlijk, hoe wordt het gevormd, hoe ziet het eruit en wat doen we ermee?

## Dieptegesteente

Graniet is een (grof)korrelig stollingsgesteente dat ontstaat doordat gesmolten magma langzaam afkoelt en uitkristalliseert. Het stollen gebeurt diep in de aardkorst, in tegenstelling tot het stollen van basalt dat aan het aardoppervlak plaatsvindt, bij vulkanen. Men noemt graniet daarom een dieptegesteente, en basalt een uitvloeiingsgesteente. Een andere term die voor dieptegesteentes gebruikt wordt, is 'intrusie': een gesteente dat binnengedrongen is tussen andere gesteentes van de aardkorst. Ook de term 'plutoon' wordt wel gebruikt, met name voor grote voorkomens.

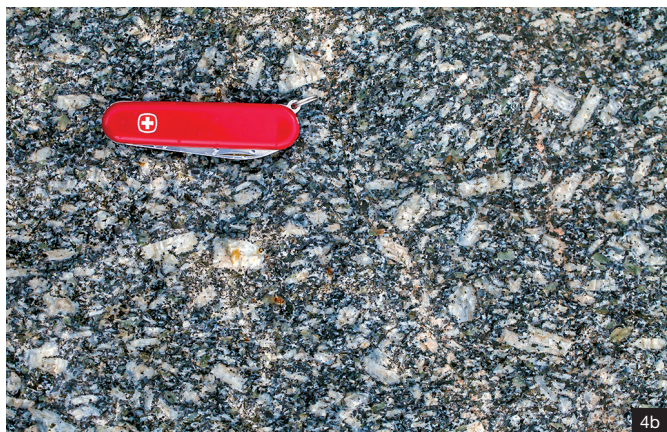
Graniet bestaat voor 20 tot 60% uit kwarts ( $\text{SiO}_2$ ), en verder uit alkaliveldspaat ( $\text{Na/K AlSi}_3\text{O}_8$ ) en in mindere mate plagioklaas ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ), en uit glimmer of mica (met de vormen biotiet (donkere plaatjes) en/of muscoviet (lichte plaatjes)). Zie afb. 2 en het Streckeisen-diagram in afb. 3. De zogenaamde 'lichte mineralen' (kwarts, veldspaat en plagioklaas) hebben de overhand.

Daarnaast kunnen er andere mineralen aanwezig zijn zoals amfibool, apatiet, zirkoon, en magnetiet. Graniet smelt, die rijk is aan 'superkritisch water' (een fase tussen waterdamp en vloeistof), kan nog andere mineralen vormen, zoals toermalijn en topaas. Ook kunnen er mineralen in graniet aanwezig zijn die zijn opgenomen uit het omringende gesteente. Chemisch gezien bestaat graniet daarom vooral uit de elementen zuurstof, silicium, aluminium, natrium en kalium. Siliciumdioxide beslaat zo'n 70% van de graniet, aluminiumoxide 15%, maar de verhouding varieert sterk.



Afb. 4A. Een heel typerend graniet, met grijze kwarts, roze en witte veldspaat, en donkere glimmers. Foto: Wikimedia Commons.

Afb. 4B. Een donkere graniet, relatief rijk aan Mg- en Fe-houdende mineralen, zoals biotiet, pyroxeen en amfibool: Granite des Crêtes, Helm, Vogezen. Foto: Dirk Wiersma.



Graniet is vaak grijs, wit of roze van kleur met donkere vlekken. De kleur hangt af van de verhouding van kwarts (dat een grijze tint heeft), veldspaat (wit tot roze), het donkergekleurde mica (afb. 4A en 4B) en eventuele andere mineralen.

Er zijn nogal wat granietachtige gesteenten die in de wandelgangen allemaal graniet genoemd worden, maar in de petrologie een andere naam dragen. Zo worden granietachtige gesteenten met een iets andere samenstelling, bijvoorbeeld minder kwarts, syeniet genoemd, en met meer plagioklaas: granodioriet. In het Streckeisen-diagram (afb. 3) is dit weergegeven.

### Mooie kristallen

Graniet ontstaat door het uitkristalliseren ten gevolge van het afkoelen van een granitische smelt, een smelt die zeer rijk is aan

silica. Dit is siliciumdioxide, dat voorkomt in silicaten of als vrij kwarts.

Een granitisch magma zal bij een temperatuur tussen 600 en 700 graden Celsius beginnen te stollen. Bij 700 graden Celsius zal dat op zo'n zes kilometer diepte optreden. Bij een hoge druk soms zelfs bij een hogere temperatuur en grotere diepte, omdat hogere druk de stolling bevordert. Overigens zijn ook de hoeveelheid waterdamp en andere vluchtige bestanddelen in de smelt van belang bij het stollen; zij vertragen dit. Dus die zes kilometer diepte is een benadering.

Door het stollen ontstaan kristallen. De kristallisatie is een ingewikkeld proces. De temperatuur, druk en chemische samenstelling van de smelt bepalen voor een groot deel welk mineraal het eerste zal gaan kristalliseren. Min of meer tegelijkertijd kristalliseren de andere mineralen uit, waarbij soms eerdere kristallen weer door de smelt worden opgenomen. Als een kristallisatiekern van een bepaald mineraal eenmaal is gevormd én stabiel is, kan de groei doorgaan. Naarmate zo'n kristal groter wordt, des te makkelijker het nog verder aangroeit (dus nog groter wordt). Ten slotte kristalliseert de resterende smelt uit, die dus een andere samenstelling kan hebben dan de initiële smelt. Reeds gevormde kristallen kunnen in de smelt naar beneden zinken. Wanneer ze niet weer omsmelten in de dieper gelegen gedeelten van de smelt, kan een soort gelaagdheid ontstaan met lagen van verschillende samenstelling. Men noemt dit gravitatieve differentiatie, en gelaagde intrusieven komen voor.

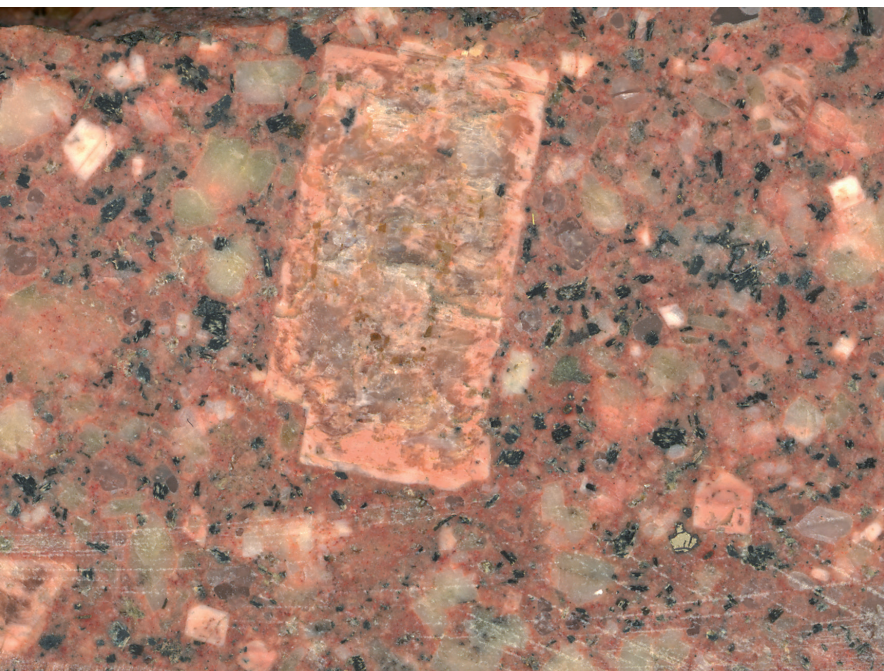
Aangezien de eerste kristallen alle ruimte hebben om te groeien, bezitten zij vaak hun eigen kristalvorm. De latere kristallen moeten het doen met de ruimte die er nog beschikbaar is, dus die kunnen vaak niet meer hun eigen vorm kiezen. Een graniet vertoont daarom soms grote (vaak veldspaat-) kristallen binnen een raamwerk van een kleinere matrix. Zo'n graniet noemt men porfirisch.

Wanneer in een granitisch magma de druk en temperatuur relatief snel dalen en het magma snel uitkristalliseert (zoals bij een vulkanische uitbarsting) zal een fijnkorrelige of dichte grondmassa ontstaan waarin grotere kristallen van kwarts en/of veldspaat voorkomen, die al eerder in het magma waren gevormd. Zo'n gesteente met eerstelingen of fenokristen noemt men ook porfirisch; uit een granitisch magma zal bijvoorbeeld een rhyoliet (een uitvloeiingsgesteente) ontstaan (afb. 5).

Over het algemeen geldt: de snelheid van afkoeling bepaalt de snelheid van het stollen en daarmee de grootte van de kristallen. Hoe langzamer de afkoeling, hoe meer tijd voor de kristallen om te groeien, dus hoe grofkorreliger. Het kan per graniet verschillen. En zelfs binnen één granietlichaam kunnen er verschillen optreden. Aan de buitenkant, daar waar het graniet grenst aan het koelere nevengeesteente, zal de afkoeling sneller gaan. De kristallen zijn daar vaak kleiner dan in de kern van het graniet.

### Granieten in gebergten

Graniet ontstaat uit magma gevormd in de aardkorst. Daar is voldoende natrium, kalium en aluminium aanwezig voor de vorming van een granitische smelt. Gebergtevorming treedt op bij compressie (samendrukken) van de aardkorst, bijv. als twee continentale platen tegen elkaar aan botsen. Er ontstaat dan hoge druk. Maar door het opeenstapelen van gesteentelagen in het gebergte, ontstaat op grote diepte ook een extreem hoge temperatuur. Er treedt 'regionale metamorfose' op, oftewel het veranderen van de mineralogische samenstelling van het gesteente; sommige mineralen verdwijnen en nieuwe mineralen worden gevormd die beter bestand zijn tegen de hoge druk en temperatuur. Maar het gesteente kan ook gaan smelten. Het vormt dan een 'migmatiet', een gesteente dat uit donkere en lichtere delen bestaat. De lichtere delen hebben een granitische samenstelling en vormen graniet. Wanneer die granieten in hun oorspronkelijke locatie blijven, zal er een geleidelijke overgang zichtbaar zijn met het omringende



Afb. 5. Een porfirisch gesteente. Grote kristallen in een fijnere matrix. Foto: Wikimedia Commons.



Afb. 6. Een batholiet die aan het oppervlak is gekomen nadat de overliggende gesteenten als gevolg van erosie zijn verdwenen. Bald Rock in New South Wales, Australië. Foto: A. Groenendijk.

gesteente. Het graniet vertoont soms nog de gelaagdheid van het oorspronkelijke gesteente. Als er echter genoeg granietmelt is ontstaan, dan kan ten gevolge van het dichtheidsverschil met het omringende gesteente de smelt gaan stijgen in de aardkorst en intrusies veroorzaken. Dit proces verloopt overigens erg traag vanwege de viscositeit (stropigerigheid) van de smelt. In veel grote gebergtekets vindt men graniet.

### Bol, plat en nog veel meer

Graniet heeft veel verschijningsvormen: grote granietlichamen, plaatvormige en ringvormige granieten. De grote granietlichamen noemt men **batholieten**. Deze kunnen een diameter hebben van tientallen kilometers. De granietmelt kan langs steile breukvlakken in de aardkorst naar boven zijn gestegen en het nevengeesteente opzij hebben gedrukt. Maar het komt ook voor dat het plafond van de magmakamer is ingestort, waarbij de blokken in de smelt weg zijn gezakt en erin worden opgenomen. Vervolgens is het gesmolten materiaal gestold. Graniet ontstaat diep in de aardkorst. Pas wanneer het gebied is opgeheven en het overliggende gesteente door erosie is verdwenen, komt het graniet aan het aardoppervlak. De twee mooiste voorbeelden van batholieten die ik ken, zijn Bald Rock in Australië en de granieten die doorsneden zijn door de Oranjerivier in Zuid-Afrika. Bald Rock is, zoals de naam al zegt, een kale rots. Een schoolvoorbeeld van een bolvormige batholiet. Alsof een kaal hoofd boven een heg uitsteekt (afb. 6). De Oranjerivier in Zuid-Afrika snijdt in het noordwesten van dat land door een graniet heen, in het Augrabies National Park. De rivier stort er met een waterval naar beneden in een door het water uitgeslepen kloof in het graniet. Als de rivier haar hoogste waterstand heeft, is het geluid van de waterval 15 kilometer



Afb. 7. De Oranjerivier heeft zich een weg gebaan dwars door een batholiet heen. Uitzichtpunt Ararat, Augrabies National Park, Zuid-Afrika. Foto: A. Groenendijk.

verderop te horen. Het verhaal gaat dat onderaan de waterval, in het machtige kolkgat, veel goud ligt. Het zou door de rivier zijn meegenomen tijdens haar weg door Zuid-Afrika en hier zijn neergelegd. Niemand durft het aan dat te onderzoeken, wat heel begrijpelijk is, als je de waterval ziet. De rivier vervolgt haar weg tussen de granietwanden en vanaf uitzichtpunt Ararat is de indrukwekkende kloof te zien (afb. 7).

Plaatvormige granieten zijn **gangen** en **sills**. Een gang ('dike' in het Engels) is de opvulling van een diaklaas (barst of breuk) in het gesteente. De smelt dringt door in de opening en stolt dan vrij snel, aangezien het koele nevengeesteente overal vlakbij is. De korrelgrootte van een ganggesteente is daarom meestal vrij klein. Een uitzondering vormen de zogenaamde pegmatieten, die ontstaan uit het zeer waterrijke restant van een magmasmelt. Dit vluchtige materiaal bestaat uit silicaten en zeldzame elementen. Aangezien er nog maar een gering aantal kristalkernen zijn, worden deze kristallen vaak heel groot, tot wel een meter in lengte. Voorbeelden van mineralen die kunnen voorkomen, zijn toermalijn en topaas (afb. 8). Mocht dit vluchtige materiaal echter niet kunnen ontwijken in



Afb. 8. Pegmatiet met toermalijn (elbaïet: een natrium-, lithium- en aluminium houdende variant). Foto: Wikimedia commons.

een diaklaas, dan dringt het binnen in het al uitgekristalliseerde graniet en het nevengeesteente. Er ontstaat dan een soort metamorfose van het gesteente waarbij er nieuw materiaal wordt toegevoegd: men noemt dit metasomatose. Gangen snijden dwars door de gelaagdheid heen. Dit in tegenstelling tot sills. Sills ontstaan als een granietmelt langs het



Afb. 9. Exfoliatie van graniet: verwerking waardoor de buitenste schil van graniet wordt afgepeld. Foto: www.wikiwand.com

laagvlak van sedimentair of vulkanisch gesteente wordt geïntrudeerd. Een sill loopt dus parallel aan de omringende gesteentelagen.

### Wolzakken

Door erosie van overliggende gesteenten zal een graniet steeds dichterbij het aardoppervlak komen. De druk op het graniet neemt af. Hierdoor kunnen evenwijdig aan het oppervlak barsten ontstaan. Ook temperatuurverschillen binnen het graniet-



Afb. 10. 'Wolzakken', gevormd door verwerking van graniet in Dartmoor, Engeland. Foto: Wikimedia Commons/Kevin Walsh

lichaam kunnen dit effect hebben. Wanneer het graniet volledig aan het aardoppervlak is gekomen, gaat in die barsten verwerking optreden, zowel door regenwater als door temperatuurwisselingen. Schillen van graniet komen zo los te liggen (afb. 9). Men noemt dit exfoliatie van graniet. Langzaam wordt het graniet als het ware afgepeld.

Als de schillen zelf doorsneden zijn door diaklazen (barsten), worden de granietlagen in blokken uitgerepareerd. De hoeken zullen het makkelijkst eroderen, omdat ze van meerdere kanten met regenwater worden bestookt, en de blokken worden afgerond. Het resultaat noemt men wolzakken, omdat ze daarop lijken (afb. 10). Ze zijn heel karakteristiek voor een granietlandschap. En als zelfs die wolzakken nog verder afronden, ontstaan grote knickers, zoals bij Devil's Marbles in Australië (afb. 11).



Afb. 11. Knickers van graniet. Deze bol is naderhand gespleten. Devil's Marbles, Northern Territory, Australië. Foto: A. Groenendijk.

Een aparte vorm van erosie van graniet zag ik in Girraween National Park in Australië. Het granietoppervlak was geërodeerd door het water van de Bald Rock Creek, dat waarschijnlijk een korte periode per jaar met veel kracht over dit laagvlak stroomt. Het oppervlak lijkt met een grove vijl afgeschaafd (afb. 12). Het 'afvalproduct' van granietverwerking is gruis dat vooral uit kwarts, kaliveldspaat en plagioklaas bestaat (zand en silt is fijn zand). In tropische klimaten kan dat gruis verder verwerken tot kaoliniet, een kleimineraal dat alleen aluminium en silicium bevat; de alkaliën zijn geheel afgevoerd. Kaolin wordt onder meer als grondstof voor de productie van porselein gebruikt.

### Toepassingen

Graniet is een hard gesteente dat niet makkelijk verweert en goed gepolijst kan worden. Het wordt al duizenden jaren gewonnen in



Afb. 12. Erosie van graniet door de Bald Rock Creek rivier. Girraween National Park, New South Wales, Australië. Foto: A. Groenendijk.

steengroeves.

Graniet werd – en wordt – gebruikt:

- in de bouw voor het maken van gebouwen, bruggen, en het fraai bekleden van monumenten (zie bijvoorbeeld het artikel over Kösseine van T.G. Nijland in de natuursteenspecial van Gea/G+H van december 2015);
- voor wegen: als straatstenen, als steenslag voor beton, als spoorwegballast en - vanwege de huidige hoge prijzen - vooral voor sierbestrating;
- voor het interieur: als vloertegels, voor aanrechten e.d. Overigens wordt voor huishoudelijk gebruik de term 'graniet' in de handel ten onrechte voor alle mogelijke natuursteen gebruikt, ook voor basalt en bijv. gneis (een kwartsrijk metamorf gesteente). En zo is 'petit granit' zelfs geen stollingsgesteente, maar een fossielrijke kalksteen uit de Ardennen;
- in de kunst. Sommige beeldhouwers werken met graniet, zoals de Noorse beeldhouwer Vigeland. Veel van zijn werken zijn te vinden in een park nabij Oslo (afb. 13);
- in de hightechindustrie. Tegenwoordig wordt graniet ook gebruikt voor precisiebewerking- en meetmachines in deze sector.

Een 'nevenproduct' van graniet kan een erts zijn. Mineralen kunnen geconcentreerd worden in bepaalde delen van het graniet, met name in ganggesteenten in de omgeving (zoals pegmatieten). Daardoor kan een economisch winbare concentratie van waardevolle chemische elementen ontstaan, zoals edele metalen.

Afb. 13. De Noorse beeldhouwer Vigeland werkte veel in graniet. Een groot aantal van zijn beelden is te vinden in het Vigeland-park in Oslo. Foto: Wikimedia Commons.

